

ON THE PERFORMANCE OF NARROWBAND IOT (NB-IOT): UNIVERSAL HANDHELD MEASUREMENT DEVICE

Radek Možný

Master (second year), FEEC BUT

E-mail: xmozny@vutbr.cz

Supervised by: Pavel Mašek

E-mail: masekpavel@vutbr.cz

Abstract: Narrowband IoT (NB-IoT) stands for a radio access technology standardized by the 3GPP organization to enable a large set of use-cases for massive machine-type communications (mMTCs). Compared to legacy human-oriented 4G communication systems, NB-IoT has game-changing features in terms of extended coverage, enhanced power saving modes, and a reduced set of available functionalities. At the end of the day, these features allow for connectivity of devices in challenging positions, enabling long battery life and reducing device complexity. This article addresses the development of the universal testing device allowing for in-depth verification of NB-IoT communication parameters. The presented outputs build upon cooperation between the Brno University of Technology and Vodafone Czech Republic a.s.

Keywords: NB-IoT, mMTC, communication tester, LPWA networks, SARA-N210

1 ÚVOD

V současné době se pozornost průmyslových společností soustředí na takzvané nízko-výkonové technologie s rozšířeným komunikačním dosahem (Low-Power Wide-Area, LPWA). Výběr správné bezdrátové komunikační technologie pro připojení koncových zařízení, v současné době zejména měřičů fyzikálních veličin (např. el. napětí, teplota, vlhkost, pohyb, atd.), je jedním z nejdůležitějších rozhodnutí při vývoji inteligentních systémů [1, 2].

V tomto článku je pozornost soustředěna na vývoj univerzálního komunikačního zařízení pro testování komunikačních vlastností bezdrátové technologie Narrowband IoT (NB-IoT).

Ta představuje úzkopásmovou komunikační technologii definovanou organizací 3GPP (The 3rd Generation Partnership Project) ve vydání 13. Technologie NB-IoT využívá pro přenos dat licencované frekvenční pásmo, což v porovnání s konkurenčními technologiemi (Sigfox, LoRa(WAN) pracujícími v bezlicenčním frekvenčním pásmu) umožňuje lepší adaptaci na požadavky při přenosu dat. Aktuálně dostupné komunikační moduly pro NB-IoT dosahují přenosových rychlostí 27,2 kb/s pro downlink a méně než 32,25 kb/s pro uplink. Šířka pásma je 200 kHz. Technologie NB-IoT je primárně vhodná pro stacionární aplikace s mimořádně vysokými požadavky na energetickou účinnost a spolehlivost při přenosu naměřených dat [3, 4].

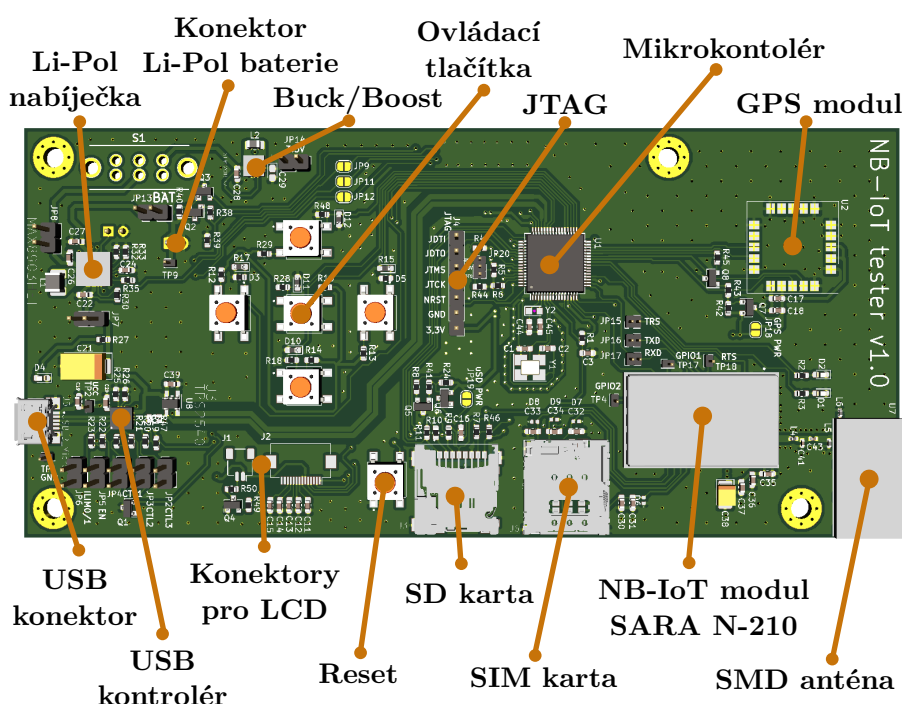
Životnost baterie koncového zařízení technologie NB-IoT by měla dosahovat více než 10 let. To je dosaženo vlastnostmi fyzické vrstvy, zejména nízkou hodnotou PAPR (Peak to Average Power Ratio), tj. snížením poměru mezi maximálním a průměrným výkonem obsaženým v jednom OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) vzorku, respektive symbolu. Současně s využitím režimů snížené spotřeby PSM (Power Saving Mode) a eDRX (extended Discontinuous Reception) [3].

2 VYTVOŘENÉ TESTOVACÍ ZAŘÍZENÍ

V této sekci je obsažen popis vytvořeného testovacího zařízení. V kontrastu s obvyklými požadavky na několikaletou výdrž baterie pro NB-IoT zařízení byl cílem návrh ručního měřicího zařízení pro krátkodobá měření s výdrží baterie v řádu týdnů.

2.1 HLAVNÍ KOMPONENTY

Vytvořený tester je navržen jako dvouvrstvá deska plošných spojů obsahující kromě (i) komunikačního modulu SARA N210 (ii) SMD (Surface Mount Device) antény SR4C033 také (iii) nabíjecí obvod pro jenočlánkovou Li-Pol baterii, (iv) displej zobrazující klíčové údaje o kvalitě spojení, (v) řídicí 32-bitový mikrokontrolér STM32L152RDT6 a (vi) GNSS (Global Navigation Satellite System) modul SAM-M8Q pro zjištění polohy zařízení. Zmíněný nabíjecí obvod je složen z: (i) USB kontroléru TPS2540, (ii) nabíjecího obvodu MAX8903A a (iii) buck-boost měniče napětí ISL9120IR. Kompletní rozmístění součástek je uvedeno na obrázku 1.



Obrázek 1: Model vytvořeného zařízení pro testování komunikačních parametrů NB-IoT.

Komunikační modul pracuje v pásmu 800 MHz (Band 20), což představuje 832 – 862 MHz pro směr Uplink a 791 – 821 MHz pro Downlink. Ovládání NB-IoT modulu zajišťuje mikrokontrolér STM32 skrze rozhraní UART (Universal Asynchronous Receiver and Transmitter) s využitím AT příkazů [5].

2.2 ROZLOŽENÍ KOMPONENT

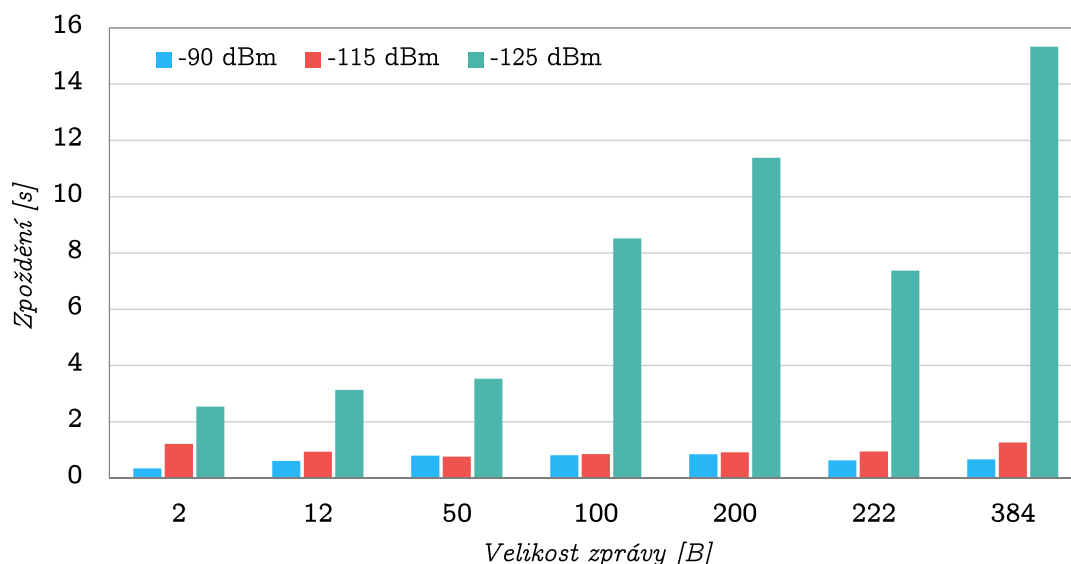
Návrh byl koncipován jakožto ruční měřicí zařízení. K tomu bylo přizpůsobeno rozmístění komponent a velikost navrhované desky pro komfortní úchop a obsluhu viz obrázek 1. Nad ovládacími tlačítky se nachází LCD (Liquid Crystal Display), který je však umístěn na krabici zařízení a nikoliv na navrhované desce. Anténa a GNSS modul jsou umístěny v horní části desky u okraje tak aby bylo zajištěno co nejnížší stínění / rušení signálu způsobeného ostatními komponenty či obsluhou zařízení. Držáky SIM i microSD karty jsou umístěny u pravého okraje zařízení, takže je možné jejich vložení/vyjmutí bez nutnosti otevření krabice zařízení.

3 OVĚŘENÍ FUNKČNOSTI ZAŘÍZENÍ

Testování technologie NB-IoT bylo zaměřeno na zjištění zpoždění při přenosu dat v závislosti na velikosti zprávy a úrovně přijatého signálu. Pro měření byly zvoleny tři hodnoty úrovně signálu a to (i) -90 dBm (ECL 0), (ii) -115 dBm (ECL 1) a (iii) -125 dBm (ECL 2). Klíčovým parametrem byla doba při vysílání dat v případě ECL (Coverage Enhancement Level) 2, tj., RSSI nižší než -120 dBm (v tomto případě také došlo ke změně kódovacího schématu). Měřena byla časová prodleva od vyslání zprávy po příjem na straně serveru a to pro velikost zpráv: (i) 2 B, (ii) 12 B, (iii) 50 B, (iv) 100 B, (v) 200 B, (vi) 222 B a (vii) 384 B.

Tabulka 1: Zpoždění přenosu dat v závislosti na velikosti zprávy s využitím technologie NB-IoT.

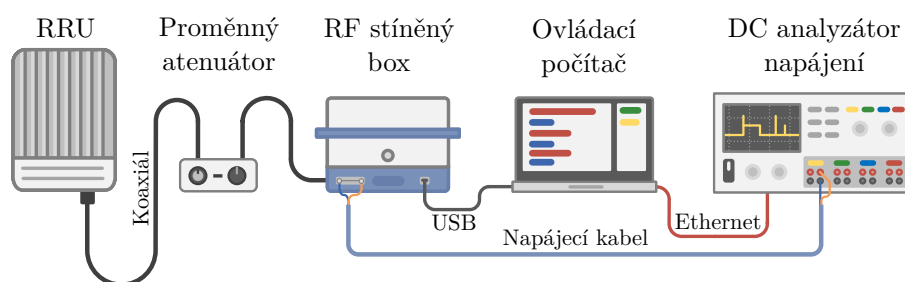
	Velikost zprávy [B]						
	2	12	50	100	200	222	384
Úroveň signálu [dBm]	Zpoždění při přenosu dat [s]						
-90	0,343	0,609	0,795	0,806	0,843	0,625	0,660
-115	1,215	0,931	0,763	0,851	0,912	0,943	1,265
-125	2,536	3,134	3,528	8,516	11,381	7,370	15,326



Obrázek 2: Graf závislosti zpoždění přenosu dat na délce zprávy pro úrovně signálu -90 dBm (ECL 0), -115 dBm (ECL 1) a -125 dBm (ECL 2).

3.1 METODIKA MĚŘENÍ

Měřicí pracoviště zobrazené na obrázku 3 se skládalo z RRU (Remote Radio Unit) připojené koaxiálním kabelem do proměnného attenuátoru a následně do stíněného boxu ve kterém se nacházelo měřicí zařízení. Zařízení bylo napájeno z DC analyzátoru, který byl ovládán pomocí počítače skrze rozhraní Ethernet. Ovládání analyzátoru bylo zvoleno z důvodu částečné automatizace procesu měření. Celý měřicí proces byl automaticky řízen vytvořeným skriptem a uživatel prováděl pouze dohled nad celým procesem. Požadované úrovně signálu zobrazené v tabulce 1 byly nastaveny na proměnném attenuátoru. Doba přenosu zprávy byla postupně změřena pro všechny úrovně signálu i velikosti datové jednotky, jak je uvedeno v úvodu kapitoly 3.



Obrázek 3: Schéma realizovaného laboratorního pracoviště.

4 ZÁVĚR

V současné době (03/2019) existují v České republice na trhu různé technologie LPWA, které se liší v: (i) komunikačním dosahu, (ii) přenosových rychlostech, (iii) spotřebě energie, (iv) zabezpečení, (v) schopnosti adaptace a (vi) interoperability. Vytvořené testovací zařízení umožňuje prvotní ověření parametrů komunikační technologie NB-IoT při přenosu M2M dat. V rámci testování zařízení bylo jako kritický parametr při přenosu dat zvoleno zpoždění při různých velikostech datové jednotky. Získané výsledky, viz Sekce 3, potvrzují počáteční předpoklady a to využití technologie NB-IoT pro stacionární aplikace s mimořádně vysokými požadavky na energetickou účinnost a spolehlivost při přenosu naměřených dat. Zpoždění přenosu zprávy o velikosti 384 B v případě ECL 2 (RSSI nižší než -120 dBm) překračuje hodnotu 10 s, to je způsobeno zejména robustnějším kódovacím schématem v kombinaci s vysokým počtem repeticí. Takto vysoká hodnota zpoždění vylučuje využití technologie v časově kritických aplikacích. Měření bylo provedeno i pro úroveň signálu pod -130 dBm kdy byl datový přenos stále možný. Schopnost zasílat data v rádiových podmínkách s úrovní signálu nižší než -130 dBm potvrzuje možnost nasazení měřičů s rádiovým modulem NB-IoT v místech uvnitř budov či pod úrovní zemského povrchu.

PODĚKOVÁNÍ

Tato práce byla podpořena projektem LO1401 Národního programu udržitelnosti. Popsaný výzkum byl realizován v laboratořích Centra SIX. Článek vznikl za podpory projektu Ministerstva průmyslu a obchodu projektu číslo FV20487.

REFERENCE

- [1] Siemens, “Průmysl 4.0: Digitalizace ve výrobě.” [online], 2019. [cit. 2019-03-15], Dostupné z: <https://www.siemens.cz/prumysl40/>.
- [2] Machina Research, “Market shares of LPWA technologies in 2018.” [online], 2019. [cit. 2019-03-15], Dostupné z: <https://machinaresearch.com/what-we-do/about-the-forecast-database/>.
- [3] O. Liberg, M. Sundberg, E. Wang, J. Bergman, and J. Sachs, *Cellular internet of things: Technologies, standards, and performance*. Academic Press, 2017.
- [4] S. Grant, “3GPP Low Power Wide Area Technologies-GSMA White Paper,” *gsma.com*, 2016.
- [5] P. Masek, M. Stusek, K. Zeman, J. Hosek, K. Mikhaylov, S. Andreev, Y. Koucheryavy, O. Zeman, J. Votapek, and M. Roubicek, “Tailoring NB-IoT for Mass Market Applications: A Mobile Operator’s Perspective,” in *2018 IEEE Globecom Workshops (GC Wkshps)*, pp. 1–7, IEEE, 2018.